

## **ВОЗМОЖНОСТЬ РОБОТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОТЧИСТКИ ТРОТУАРОВ В ОСЕННИЙ/ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

*А.В. Тырышкин, к.т.н., доц.,  
С.Е. Петрунёв, студент гр. 8Е81  
Томский политехнический университет  
E-mail: sep9@tpu.ru*

### **Введение**

В осеннее/весеннее время температура воздуха колеблется около нуля и при потеплении тает снег, а при заморозках вода замерзает и образуется гололёд, из-за чего люди получают повреждения и попадают в травмпункты, а иногда падение заканчивается летальным исходом. Из-за опасности серьёзного падения люди вынуждены оставаться дома и убыток несут работодатели.

Поэтому целью моей работы является нахождение решения по очистке тротуаров в осенний/весенний период с наибольшей эффективностью и минимальными затратами.

### **Существующие методы борьбы с твёрдыми осадками в городской среде.**

В большинстве городов организации используют наиболее трудоёмкий метод для уборки близлежащих территорий, нанимая на работу дворников. Коммунальные службы используют песчано-солевые смеси для временного уменьшения скользких свойств льда, что ведёт к загрязнению окружающей среды и затрат на подготовку смесей. Для борьбы со снежными заносами используется специальная техника, включающая в себя тракторы, грейдеры, самосвалы и т. д. Кроме затрат на содержание сезонной техники, коммунальные службы несут затраты на зарплату рабочим. Также большое количество снегоуборочной техники приводит к снижению пропускной способности дорог, и с увеличением протяженности городских дорог проблема усугубляется, так как увеличивается расстояние от места уборки снега до места его утилизации. В связи с этим в крупных городах вместо вывозки снега применяются снегоплавильные станции «TOTEM» [1] и «TRECAN» [2], которые превращают снег и лёд в воду. При этом решается задача только утилизации расплавленного льда и снега, а очистка поверхности остаётся актуальной. Как правило, существующая техника, приспособленная только для расчистки широких дорог, но не приспособлена для расчистки тротуаров и пешеходных зон.

### **Предлагаемое решение отчистки тротуаров от льда**

На рисунке 1 схематично представлен предлагаемый автономный робот для очистки тротуаров в осенний/весенний период. Принцип работы данного робота будет основан на плавлении льда с помощью горячей воды. Горячая вода попадает на поверхность льда через блок форсунок (1), образуемая вода собирается в фартуке (2) и поступает в накопительный бак (3), из которого вода будет сливаться в ливневую канализацию. Часть воды из накопительного бака поступает в нагревательный отсек (4). В нагревательном отсеке установлены бензиновые горелки, соединённые с топливным баком (5) через насос (6). Робот приводится в движение гусеничным движителем (7), который соединён через трансмиссию с двигателем внутреннего сгорания, работающем на бензине, который поступает из топливного бака (5).

Проведённые тепловые расчёты показали, что при плавлении льда при на тротуаре протяженностью 1000 м, шириной 1 м. и толщиной льда 0.01 м. потребуется порядка 100 литров бензина, что соответствует затратам на текущее время порядка 4000 рублей. С учётом погодных условий г. Томска [3], эксплуатационные затраты на эксплуатацию робота составят порядка 155 тысяч рублей. При расчётах температура окружающей среды принималась равной -7°С. С ростом температуры окружающей среды энергетические затраты на плавление льда снижаются, что приводит к экономии материальных ресурсов. На рисунке 2 приведена зависимость затрат на плавление льда в тысячах рублей на один километр тротуара от температуры окружающей среды. Пунктирной линией показаны затраты на зарплату дворника за тот же период, причём, отчисления в различные фонды, которые осуществляет работодатель, не учтены. Из рисунка 2 видно, что при низких температурах затраты на дворника и на робот соизмеримы, а с повышением температуры применение метода плавления льда безусловно предпочтительно.

Проведённые расчёты не учитывают экономический ущерб от повреждения тротуарной плитки традиционным методом борьбы со льдом. Заявленный срок годности тротуарной плитки организацией «КерамикГрупп» [4] составляет 25 лет. Практика показывает, что в условиях климата города Томска

при традиционном методе борьбы со льдом срок службы плитки составляет около 8 лет. Таким образом, амортизационные затраты на плитку возрастают более чем в 3 раза. В денежном выражении дополнительные затраты возрастают на 80 тыс. рублей на каждый километр тротуара.

Высокие финансовые затраты на борьбу со льдом традиционными методами не всегда приводят к желаемому результату. По оценкам Всемирной Организации Здравоохранения ежегодно в мире происходит 37,3 миллиона падений граждан с достаточно серьезными последствиями. Среди травм лидируют повреждения обеих конечностей - переломы рук и ног. При этом ежегодно в мире порядка 424 000 случаев падения людей приводят к летальному исходу [5]. Внедрение роботов-дворников позволит снизить травматизм в результате падений на тротуарах всех категорий граждан.

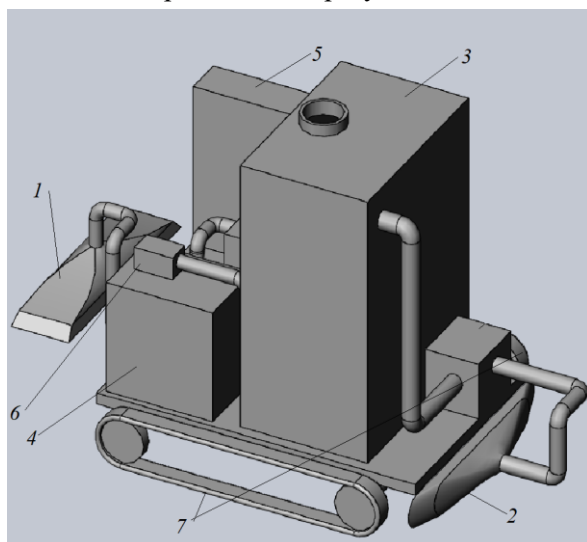


Рис.1. Триметрия упрощенной модели робота:  
1- блок форсунок, 2-фартук 3-накопительный бак,  
4-нагревательный отсек, 5-топливный бак,  
6-насос, 7-гусиничный движитель.

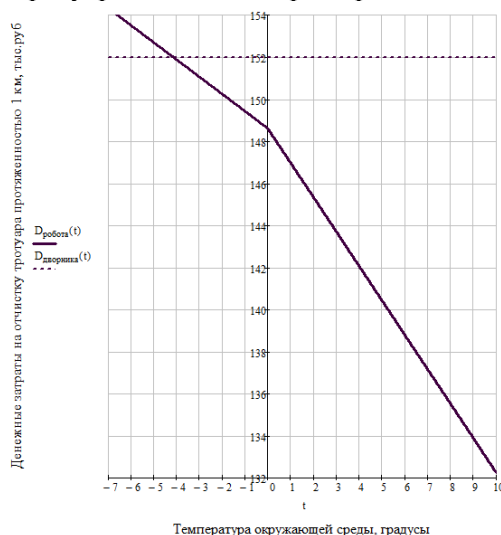


Рис.2 График зависимости затрат на очистку тротуара, протяжённость 1 км, от температуры окружающей среды.

## Заключение

Проведённые расчёты показывают, что создание робота-дворника для борьбы с гололёдом на тротуарах технически осуществимо и экономически целесообразно. В настоящее время ведётся разработка отдельных узлов и программного обеспечения робота. Авторы надеются на поддержку организаторов конференции и руководства Томского политехнического университета в деле создания действующего макета робота-дворника для «Умного города ТОМСК».

## Список использованных источников

1. ООО «Арктик Машин» Снегоплавильные установки TOTEM [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://arcticmachine.su/totem> (дата обращения 22.02.21).
2. ООО "Меркатор Интернейшнл" Снегоплавильные установки TRECAN [Электронный ресурс].-Режим доступа: [http://www.special-machine.ru/m\\_trecan\\_common.html](http://www.special-machine.ru/m_trecan_common.html) (дата обращения 24.02.21).
3. World Wheather Погода в Томске [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://world-weather.ru/pogoda/russia/tomsk/> (дата обращения 24.02.21).
4. ООО «Керамик Групп» Срок службы брусчатки [Электронный ресурс].-Режим доступа: [http://keramstroi.ru/info/article/srok\\_sluzhby\\_bruschatki/](http://keramstroi.ru/info/article/srok_sluzhby_bruschatki/) (дата обращения 24.02.21).
5. Сысоев Б. А. Медстатистика в РФ и гололёд [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://infonard.ru/info/medstatistika-v-rf> (дата обращения 25.02.21).